

香菇栽培新技术

XIANG GU ZAI PEI XIN JI SHU



福建科学技术出版社

香菇栽培新技术

• 陈哲超 陈亥生 方文考

福建科学技术出版社

1989年·福州

香菇生产新技术

陈哲超 陈亥生 方文考

*

福建科学技术出版社出版

(福州得贵巷27号)

福建省新华书店发行

闽侯青圃印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 2.875印张 65千字

1989年5月第1版

1989年5月第1次印刷

印数: 1—18300

ISBN 7—5335—0263—9/S·41

定价: 1.00元

前 言

香菇营养丰富、滋味鲜美、具有独特的芳香并含多种治病药物成分，故被誉为健康食品。它又是古今中外最负盛名的山珍，作为调味食品，深受人们的喜爱。

由于人们逐渐认识到香菇营养价值和医疗作用，对香菇的需求日益增多，在国际市场上享有很高的声誉。故它是我国重要的出口创汇商品之一。

我国香菇的栽培，已有800多年的历史，是世界上栽培史最悠久的国家，故有丰富的栽培经验。在1950年以前，仍保持古老的段木砍花栽培，技术陈旧，生产周期长，产量低。1960年以后采用纯菌种接种取代段木砍花栽培。1970年在推广上海马陆香菇场经验后，采用室内木屑压块菌砖栽培，使香菇的产量比段木栽培提高了5~8倍。1980年以后采用了露地菌袋栽培，对香菇的制种、工厂化生产等技术方面，进行一系列改进，从而使香菇的品质与产量均有了大幅度的提高。

福建山区海拔高，温差大，适应香菇生长，是香菇的主要产区。栽培香菇具有投资少、周期短、见效快等特点，因此，福建把发展香菇事业作为山区扶贫致富的门路之一。同时，发展香菇事业，也是福建省“星火计划”重点项目。它对促进农村副业生产，增加经济效益，加速乡镇企业经济发展，具有重要的意义。

为了发展香菇事业，普及和推广香菇栽培新工艺，加速福建香菇发展的步伐，福建师范大学生物系、福建省农业干部学校、省蚕桑研究所等单位，组建了香菇协作组。几年来以香菇作为当前主攻方向，协作攻关，积累了许多科研数据与实际经验，并深入农村举办培训班，调查总结香菇生产栽培新技术。在这个基础上，参照省内外有关香菇资料，我们共同编写了《香菇栽培新技术》这本小册子，供各地培训香菇生产人员、农村香菇专业户及有关院校师生参阅。

本书除了阐述香菇基本知识外，着重介绍香菇生产新工艺、香菇生产机械、香菇露地栽培与管理、液体菌种培养、病虫害防治等内容。

由于水平有限，时间短促，本书不足之处在所难免，望广大读者批评指正。

编 者

1988年8月于福州

目 录

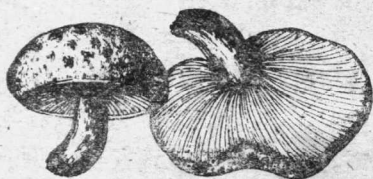
一、香菇生育条件的控制.....	(1)
(一)香菇的生活史.....	(1)
(二)香菇的生活条件.....	(4)
二、菌种的选育与保藏.....	(9)
(一)菌种的选育方法.....	(9)
(二)菌种保藏.....	(14)
三、香菇的制种技术.....	(19)
(一)菌种的分级.....	(19)
(二)接种室的消毒灭菌.....	(20)
(三)母种的制作.....	(21)
(四)原种栽培种的制作.....	(24)
(五)菌袋(菌棒)的制作.....	(25)
(六)液体菌种.....	(31)
四、香菇生产工艺.....	(36)
(一)生产程序.....	(36)
(二)机械化生产模式.....	(42)
五、香菇露地栽培与管理.....	(47)
(一)露地栽培意义与应用.....	(47)
(二)露地栽培管理方法.....	(55)
(三)香菇病虫害防治.....	(69)
六、香菇脱水加工技术.....	(79)

(一) 脱水机的种类	(79)
(二) 脱水加工技术	(81)
(三) 脱水香菇等级标准	(82)

一、香菇生育条件的控制

香菇〔*Lentinus edodes* (Berk) Sing〕又称香蕈、香菌、冬菇，在植物分类学中的地位，隶属于真菌门，担子菌纲，伞菌目，白蘑科，香菇属。

香菇是由菌丝体和子实体组成。菌丝体是香菇的营养器官，相当于高等植物的根、茎、叶；子实体是香菇的繁殖器官，肉食部分，相当于高等植物的果实（图I）。所以，香菇和高等植物一样，在不同的发育阶段存在着形态学及生物学上的差异，并且在不同的发育阶段需求主要条件，同高等植物极其相似，因此，近来有些香菇工作者以阶段发育理论进行探索食用菌生长发育规律，以期达到掌握和控制食用菌生长发育之目的。



图I 香菇形态

（一）香菇的生活史

香菇的子实体在成熟之后，可弹射出数亿个孢子。在适宜的温、湿度条件下，香菇孢子萌发生成菌丝，菌丝生长发育分化形成子实体，子实体再结成无数的孢子，周而复始的循环，即所谓香菇的生活史，又称为一个世代。在自然条件下，要完成这个生活史，约需8~12个月，甚至更长时间，

但采用木屑人工栽培，通过人为的控制，使香菇的生活史缩短3~4个月，大大缩小香菇生产的周期性。如应用液体菌种，接入培养料后，由于流动性大，发菌点多，发菌快，可使栽培种的培育时间缩短一半以上，更加缩短香菇生产的周期性。

香菇的一个世代有三个主要阶段：

第一阶段（第一次菌丝） 香菇孢子有性别（雌雄）之分，异宗结合。一个孢子在适宜条件下可萌发成菌丝，每条菌丝的每个细胞中都含有一个细胞核，称单核菌丝，这种菌丝细小，多分枝，长速慢，生活力弱，不孕育，不长香菇，必需有两个不同性的单核菌丝互相配合后，才能正常发育，长出香菇。

香菇是“四极性”的，它要有两对独立分离的遗传因子Aa、Bb所控制，产生的四个担孢子各代表一种基因型，即AB、Ab、aB、ab四种类型（称为四极性）。由香菇孢子萌发生成的单核菌丝只能产生Aa、Bb组合时才是性亲和的。因此，遗传因子为AB的只有与遗传因子ab的单核菌丝配对，Ab遗传因子只有与aB配对才亲和，而其它各种组合均不受孕，可育率为25%，并不是任意的“+”和“-”都能配对的（表1）。

第二阶段（第二次菌丝） 当第一次菌丝生长到一定时，两个不同“性”的单核菌丝，在靠近部位产生突起，并伸长后相互接触，使两个不同性的细胞彼此沟通，原生质融合一起，其中一个细胞核移到另一个细胞内，完成原生质的配合过程即锁状联合过程（图2），不断分裂形成有两个核的菌丝，称双核菌丝。它比第一次菌丝粗壮、长速快、生活力强。一般人工接种的纯菌丝，属于这种形式。

表1 辨别属于四极性的组合

孢子性别	AB	Ab	aB	ab
AB	S	S	S	F
Ab	S	S	F	S
aB	S	F	S	S
ab	F	S	S	S

注: S表示两者不亲和; F表示亲和可育

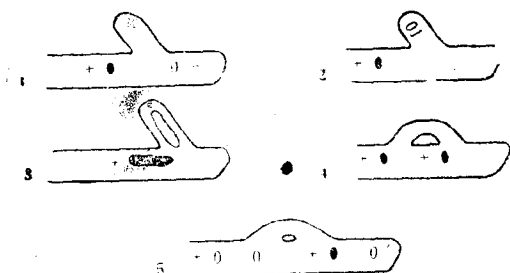


图2 锁状联合形成过程

1. 双核细胞形成突起
2. 一核进入突起
3. 双核同时分裂
4. 两个子核在顶端
5. 隔成两个细胞

第三阶段(第三次菌丝) 当双核菌丝生长发育到一定生理阶段,在适宜条件下,则形成十分密集的菌丝组织,进入第三次菌丝阶段,相互扭结成子实体原基(瘤状突起),并不断发育增大成菇蕾,最后形成子实体,周而复始又产生担孢子。这就是香菇的整个生活史(图3)。

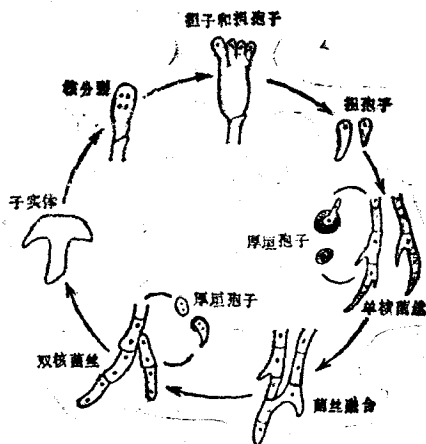


图 8 香菇生活史

(二) 香菇的生活条件

香菇属于木腐菌类,不含叶绿素,不能进行光合作用制取营养物质;也不像动物自身能摄取外界物质。只能从死的树木、生活力极衰退的老树或人工调配的培养料内吸收现成的碳水化合物、含氮物质和矿物质元素等,来满足自身繁殖的目的。所以,在人工栽培香菇的过程中,必须采用人为方法,满足香菇对生活条件的需求,才能取得香菇的优质高产。

香菇的生长发育与以下几种因素有直接关系的:

1. 营养

营养是香菇菌类生命活动的物质基础,也是香菇整个生命过程的能量源泉。香菇生长发育过程中要求的营养物质,主要是碳水化合物(碳源)、含氮物质(氮源)以及少量的矿物质(无机盐类)和维生素等。

香菇能利用相当广泛的碳源及矿质营养。在段木栽培中，香菇菌丝主要利用木质部中的木质素做碳源，利用韧皮部和木质部细胞中的原生质做氮源，沉积于导管中的有机或无机盐作矿质营养。在人工调配的培养基内适于菌丝生长的碳源以单糖（葡萄糖、果糖）为好，双糖（蔗糖、麦芽糖）次之，多糖（淀粉、纤维素、木质素）又次之。矿质营养如磷、钾、钙、镁、硫等，可用磷酸二氢钾、硫酸钙、硫酸镁等为原料。在培养基内增加麦麸（或米糠）、蔗糖及石膏等，不仅使菌丝发育良好，亦利于后期子实体连续发生，获得高产。

香菇的营养与生殖生长都离不开维生素。维生素B₁对香菇菌丝生长影响最大，并以维生素B₁的浓度100微克/100毫升时香菇菌丝的干重增重最明显（石川春彦）。其功用在于维生素B₁对香菇碳水化合物的代谢起着重要的作用。

2. 温度

香菇是低温、变温结实性真菌。温度是影响香菇生长发育的重要因素。但香菇孢子、菌丝及子实体对温度要求不一样，孢子萌发最适温度为22~26℃。不同温度萌发率异样，如24℃下经16小时，孢子几乎均可萌发；42℃下，经2小时萌发率为3~4.5%。说明孢子对低温的适应性较强。

香菇菌丝生长的温度范围较广，通常在5~32℃之间均可生长，最适温度为24~27℃。当温度在0℃以下或30℃以上，菌丝生长缓慢。35℃停止生长，菌丝在40℃高温下4小时死亡；42℃则2小时死亡。但在-5℃以下2~3个月仍能生存；-10℃下可维持10天；-15℃下维持5天；-20℃就只能维持10小时，说明香菇菌丝的耐寒力较强。

香菇是低温型菌类，子实体发生要求较低的温度，一般

在 $5 \sim 20^{\circ}\text{C}$ 之间都可发生，而以 $11 \sim 17^{\circ}\text{C}$ 较适合（中温型品系而言），以 15°C 最适宜。高于 20°C ，则生长快，开伞早，肉薄柄长，品质差；低温（ 12°C 以下）时，生长虽缓慢，但一般都形成菌盖肥厚，菌柄短，质地致密，品质优良的“冬菇”。在 4°C 左右低温刺激生长的香菇子实体，因菌盖受寒冷干燥气候影响，菌盖表面常裂开成龟裂成菊花纹（花菇），品质最佳。

香菇喜变温刺激，以 15°C 为中心，昼夜温差越大，越有利原基形成。温差幅度根据香菇品系而定，高温型品系要求温差幅度 $3 \sim 5^{\circ}\text{C}$ ，低温型品系为 $5 \sim 10^{\circ}\text{C}$ ，中温型品系则介于两者之间。香菇子实体的形成和品系有一定的相关，一般高温品系香菇子实体的形成温度为 $20 \sim 25^{\circ}\text{C}$ ，中温型品系为 $15 \sim 20^{\circ}\text{C}$ ，低温型品系为 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 。

3. 湿度

水分不仅是香菇的重要成分，也是新陈代谢、吸收营养必不可少的基本物质。香菇在生长发育的各阶段都需要水分，但不同阶段对水分和湿度的要求不同。一般菌丝生长阶段要求空气相对湿度为 $60 \sim 70\%$ （接近 70% 最佳），培养料湿度为 $55 \sim 60\%$ （以 55% 最佳）。子实体发育阶段空气相对湿度要求 $85 \sim 90\%$ （以 90% 最佳），培养料湿度为 $55 \sim 60\%$ （以 60% 最佳）。菌丝生长阶段，如长期处于高湿环境，将会影响菌丝呼吸，抑制菌丝生长，并滋生霉菌；如过于缺水干燥，菌丝生长衰弱，分解基质内营养物质的能力降低。说明湿度过高或过低，都有碍香菇正常生长发育，只有干湿交替的环境对菌丝生长发育最有利。香菇子实体分化所需要的水份，绝大部分来自基质，基质含水量是出菇的重要因素。一

般原基形成之后，子实体健全发育要求外界周围小环境空间相对湿度应保持在75~90%之间。相对湿度在75~80%时如遇气温低，⁸子实体生长速度缓慢，菌盖必将龟裂成花菇。如空间相对湿度偏高，有碍于菇体的蒸腾。蒸腾缓慢，有碍细胞原生质流动和营养物质运转，代谢失常，对子实体生长不利。

4. 光照

香菇是好光真菌，生长发育要求有一定的散射光。但在不同生育阶段对光照的要求则有所不同。

在孢子时期，强光照对孢子萌发不利，如孢子在直射阳光下10分钟，萌发率减少一半；30分钟几乎全部不萌发。这是因孢子含水少，强光照射后孢子失水所造成的。所以要求菇场要有一定的遮阴，以满足孢子传播的条件。

香菇的菌丝生长阶段不需要光。在明亮室内进行菌丝培养会形成褐色被膜，导致菌丝老化。因此，菌丝培养室一般设计为暗室。试验表明，微弱散射光线对菌丝生长无碍。

子实体形成阶段需要一定散射光。石川（1967）指出，在完全黑暗条件下，子实体不形成；只要有微弱的光线，能促进子实体的形成。光线对子实体色泽也有很大影响，如光线不足，子实体易成畸形，表现颜色淡薄，菇柄长，品质低劣。代料露地栽培遮荫棚的光线控制，一般掌握“七阴三阳”为好。这是促进香菇早熟、丰产的重要生态条件。

5. 空气

香菇属好气真菌，需要有氧呼吸。氧气不足， CO_2 积累过多（1%以上）就会抑制香菇菌丝和子实体的生长，产生

畸形子实体（长菇脚、大脚菇、畸形菇），同时杂菌滋生蔓延也易发生。所以菇场要保持适当通风，达到空气新鲜，但要防止风力过大，避免空气湿度和培养料过分干燥。掌握调节空气的原则是“既注意保温保湿，又能够通风换气”，二者兼顾，方见成效。

6. 酸碱度（pH值）

香菇喜欢生长在偏酸性环境。菌丝生长以pH 3~7之间都能生长，以pH 5为最适宜，菌丝生长快而稠密，pH 7.5以上菌丝停止发育。一般木屑栽培的培养料大都是微酸性，可不必调节pH值。在管理上要注意，不用碱性大的水喷洒或浸水。防治病虫害时最好不使用碱性药剂。

综上所述，营养、温度、湿度、空气、光照、酸碱度等都是香菇生长不可缺少的因素，它们相辅相成、相互影响、相互制约的。但从菌丝生长到子实体形成的过程中，主要取决于温度、湿度和光照。可归结为：温度先高后低，湿度先干后湿，光照先暗后亮。

二、菌种的选育与保藏

香菇同其它生物一样具有一定的遗传变异性。遗传是指每种生物要求一定的生活条件，具有一定的形态、生理特性，并将这些性状传给后代；变异则相反，是当环境条件改变时，生物体同化了新的生活条件之后，产生新的形态和生理特性。香菇的遗传变异是香菇育种工作的理论依据。

在香菇的遗传研究中已知道，菇盖面褐色、有菌褶（子实层），培养基上菌落松散等都是显性基因所控制的性状。而菇盖面白色、无菌褶、菌褶褐色、培养基上菌落致密等，相对地来说都是隐性基因所控制的性状。

人们采用物理、化学诱变剂来处理香菇菌株，使其遗传物质发生结构变化，导致遗传性发生变异，再通过结菇试验比较，获得优良菌株。

（一）菌种的选育方法

香菇和一般菌类一样，均系从野生种中采集培养驯化而来，并通过自然选择、人工诱变、杂交育种，选出香菇的优良品种。

1. 自然选育

从自然界中分离收集有价值的菌株，或在人工栽培香菇中分离到菌株，通过试验比较，依据出菇迟早、成熟快慢、

菇体大小与厚薄、产量高低、质量优劣而选出优良菌种。

香菇的菌丝及子实体形态特征由于季节的差异而有不同。所以栽培过程必需观察这些特征。目前在生产上往往按菌盖大小划分为大叶、中叶、小叶等品系，按菌盖厚薄分厚肉、中肉、薄肉，依发生日期不同分为春秋发生、夏秋发生、冬春发生等品系（表2、3）。

同一品种在个体之间，也存在较大的差异，必须选择符合人们需要的变异个体进行组织分离，在其后代中选优淘劣，保存和积累有利变异，使新的性状得以巩固。当然优良品种不是一成不变的，如选择不当或栽培管理不善，也会使良种成为劣种。

表2 菌盖大小划分的品系

品 系	形 状	用 途
大叶种	菌盖9—14厘米，大形，肉薄—肉厚，柄粗厚	作干香菇
中叶种	菌盖6—9厘米，中形，肉薄—肉厚，柄短细—粗短	作干、鲜香菇
小叶种	菌盖5—6厘米，小形，肉薄—肉厚，柄短细	鲜香菇用

表3 按发生日期划分的品系

品 种	发生温度℃	发生型	备 注
春 秋 出	8—22	中温型	} 由人工控制可以达到周年发生
夏 秋 出	12—25	高温型	
冬 春 出	5—18	低温型	

栽培的香菇，要求出菇早，转潮快，在几个月内能使香